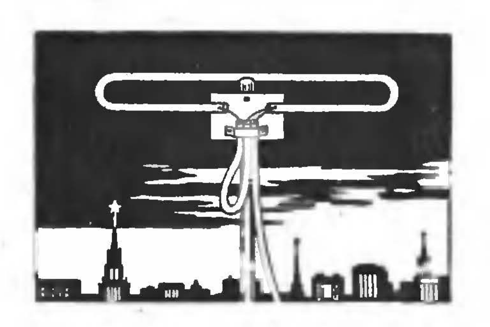
МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА

П. Е. ЧЕРНОВ

ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА
ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 155

П. Е. ЧЕРНОВ

ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1952 ЛЕНИНГРАД

52 388

В книге изложено описание простых и однонаправленных приемных телевизионных антенн, фидерных линий, симметрирующих и согласовывающих устройств. Приведены простейшие формулы и графики для расчета приемных телевизионных антенн и чертежи конструкций.

Книга рассчитана на подготовленного читателя.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *П. О. Чечик* Техн. редактор *С. Н. Бабочкин*

Сдано в набор 14/VI 1952 г. Подписано к печати 24/X 1952 г.
Бумага $84 \times 108^{1}/_{32} = 2^{5}/_{8}$ бумажным 2,05 п. л. Уч.-изд. л. 2,5
Т-08720 Тираж 25 000 экз. Зак. 3213
Цена 1 р. (номинал по прейскуранту 1952 г.)

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10

ПРЕДИСЛОВИЕ

Телевидение—могучее средство продвижения культуры и искусства в широкие массы. Повседневное внимание, которое уделяет партия и правительство подъему благосостояния и культуры трудящихся нашей страны, нашло свое отражение и в развитии телевидения. За послевоенные годы проведена полная реконструкция телевизионного центра в Москве, для которого была разработана и создана новейшая аппаратура, проведено переоборудование Ленинградского телевизионного центра, построен новый телевизионный центр в Киеве.

Советские телевизионные центры ведут передачи по новому стандарту (625 строк), обеспечивая бо́льшую четкость изображения, чем телецентры США (525 строк) и Англии (405 строк).

Огромный вклад в развитие современного телевидения сделали русские и советские ученые и изобретатели. Работы А. Г. Столетова, А. С. Попова, Б. Л. Розинга, Г. В. Брауде, П. В. Шмакова, О. И. Катаева, А. П. Константинова, Л. А. Кубецкого, А. Адамина и др. положили основу современной высококачественной телевизионной техники.

Радиопромышленность СССР освоила выпуск нескольких типов телевизионных приемников, и из года в год увеличивается телевизионная приемная сеть. Телевизионные приемники получили распространение не только в городах, но и во многих колхозах в районе действия телецентров.

Качество телевизионного изображения, получающееся на экране приемной трубки, во многом определяется качеством антенного устройства. Особенности распространения и приема ультракоротких волн требуют применения для телевизионного приема специальных антенн, заметно отличающихся от обычных приемных антенн радиовещательного диапазона.

Отсутствие систематизированного популярного описания приемных телевизионных антенн побудило автора настоящей книги инж. П. Е. Чернова изложить свой опыт по расчету и конструированию таких антенн. В книге в сжатом виде даются описания и расчеты симметричного полуволнового вибратора, петлевого вибратора А. А. Пистолькорса, разработанной автором конструкции антенн типа ПТ-2, вибратора шунтового питания, а также более сложных однонаправленных антенн. Приведенные в брошюре расчетные формулы и размеры элементов антенны, там, где это специально не оговорено, предназначены для конструирования приемных антенн, работающих в первом канале (Москва—Ленинград).

Книга рассчитана главным образом на подготовленного радиолюбителя. Надо надеяться, что она окажется полезной и техникам, занятым обслуживанием приемной телевизионной сети.

РЕДАКЦИЯ

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН

Для телевизионного вещания в СССР на ультракоротких волнах выделены три канала, данные которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ канала	Полоса частот, *мггц*	Диапазон волн, *м*	Несущая частота изображения, *мггц*	Несущая частота звука, *мггц*	Средняя частота канала, *мггц*	Средняя длина волны канала, *м*
1	48,5—56,5	6,18—5,31	49,75	56,25	52,5	5,71
2	58,0—66,0	5,16—4,54	59,25	65,75	62,0	4,85
3	76,0—84,0	3,95—3,56	77,25	83,75	80,0	3,75

Несущая частота звука в каждом канале размещена на 6,5 *мггц* выше несущей частоты изображения. Это дает возможность использовать для приема изображения и звука одни и те же входные устройства и вместе с тем легко отделять сигналы звука от сигналов изображения в следующих ступенях приемников.

Московский и Ленинградский телевизионные центры работают в первом канале, а Киевский — во втором.

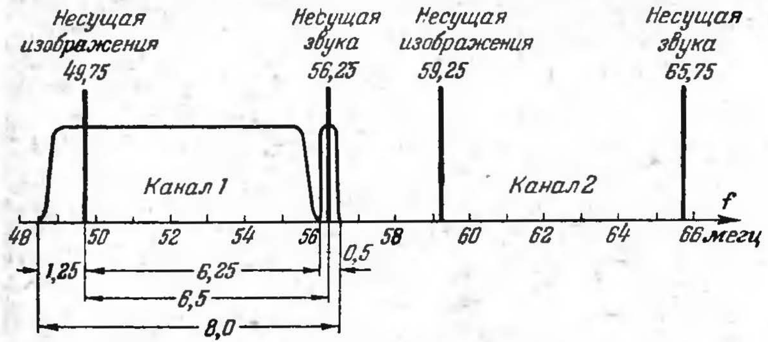
Общая ширина каждого канала 8 *мггц*.

На фиг. 1 показаны спектр частот, занимаемый телевизионным сигналом согласно телевизионному стандарту СССР, и взаимное расположение несущих звука и изображения для первого и второго каналов.

Приемные антенны ультракоротких волн по своему устройству и способам применения значительно отличаются от приемных антенн радиовещательного диапазона. Эти отличия обусловлены как свойствами самих антенн, так и особыми условиями распространения ультракоротких волн,

весьма отличающимися от условий распространения длинных и коротких волн.

Законы распространения ультракоротких волн в пространстве, их способность отражения, преломления и рассеяния напоминают характерные свойства световых волн. Так же как и световые волны, ультракороткие волны распространяются в пространстве прямолинейно. В отличие от коротких и длинных радиоволн надежный прием ультракоротких волн возможен на сравнительно небольших расстояниях, не намного превышающих пределы прямой видимо-



Фиг. 1. Спектр частот, занимаемый телевизионным сигналом согласно телевизионному стандарту, и взаимное расположение несущих звука и изображения.

сти. Дальность действия передатчика, работающего на ультракоротких волнах, определяется главным образом высотами передающей и приемной антенн. По приблизительной так называемой «формуле оптической видимости»,

$$R=\sqrt{2a}\cdot(\sqrt{h}+\sqrt{z}), \qquad (1)$$

где a — радиус земли;
h — высота передающей антенны;
z — высота приемной антенны.

По формуле (1) можно определить расстояние оптической видимости, учитывающее кривизну поверхности земли. Это расстояние, например, для случая, когда передающая антенна имеет высоту 160 *м*, а приемная 10 *м*, будет равно 56 *км*.

Однако благодаря р е ф р а к ц и и, т. е. преломлению лучей в нижних слоях атмосферы, ультракороткие волны способны частично огибать поверхность земли и дальность

их действия превышает дальность распространения прямого луча. Так, известно, например, что прием передачи Московского телевизионного центра удалось осуществить в Серпухове (90 *км*), Александрове (105 *км*), Калинине (160 *км*) и даже Рязани (190 *км*).

Нерегулярный прием ультракоротких волн преимущественно в летнее время становится возможным иногда на очень больших расстояниях — 1 500—2 000 *км*. Причины такого сверхдальнего приема на ультракоротких волнах еще недостаточно изучены. Существует предположение, что в таких случаях прием обусловлен преломлением волн в верхних слоях атмосферы — ионосферы — и связан с периодами значительного увеличения солнечной активности.

В городских условиях имеет место самое причудливое распределение интенсивности ультракоротких волн. Иногда даже в рядом расположенных местах сила приема может оказаться совершенно различной. Это обусловлено прежде всего взаимодействием прямой и отраженных от земли и соседних зданий волн. Только тщательным выбором типа приемной антенны и места ее установки можно добиться наивыгоднейших условий приема.

Качество телевизионного приема в значительной степени зависит от качества антенного устройства и правильной его установки. Под антенным устройством понимают собственно антенну и фидерную линию, соединяющую антенну с приемником.

Простейшей антенной, применяемой в метровом диапазоне волн, является полуволновый вибратор. В этом диапазоне благодаря малой длине волны легко осуществить и направленные антенные устройства, дающие возможность повысить силу и надежность приема, а также заметно ослабить помехи.

ГЛАВА ВТОРАЯ

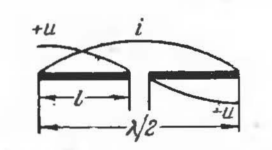
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЕМНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Симметричный полуволновый вибратор

Вибратором называют прямолинейный проводник или стержень, имеющий определенную длину и благодаря этому настроенный на определенную длину волны.

Наиболее распространенным типом приемной телевизионной антенны является симметричный полуволновый вибратор (фиг. 2), у которого общая длина приблизительно равна половине длины волны. В середине проводник или стержень, образующий вибратор, разрезан и в месте разреза к обеим половинкам вибратора подключен фидер, с помощью которого антенна соединяется с приемником.

Распределение тока и напряжения в полуволновом вибраторе показано на фиг. 2. Как видно из фиг. 2, пучность тока (максимальный ток) имеет место в середине вибратора, на концах вибратора ток равен нулю. Пучность напряжения, наоборот, образуется на концах вибратора, а узел напряжения (минимальное напряжение) — в середине.



Фиг. 2. Принципиальная схема полуволнового вибратора и распределение тока и напряжения в нем.

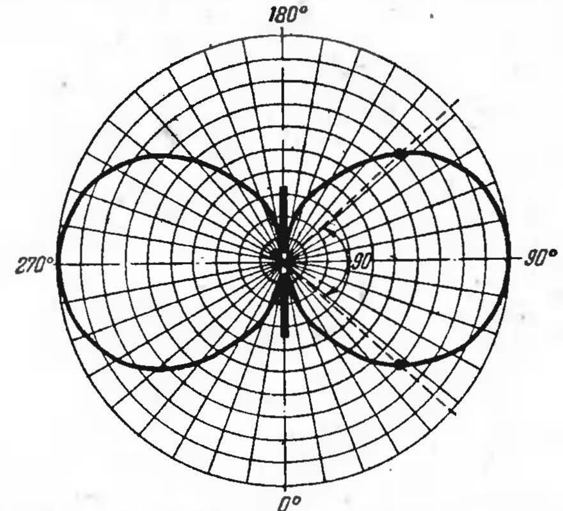
Электрические свойства антенны характеризуются направленным действием антенны, входным сопротивлением, шириной полосы частот, пропускаемых антенной, коэффициентом усиления и коэффициентом отражения.

Под направленным действием антенны понимается способность антенны излучать или принимать электромагнитную энергию преимущественно в некоторых определенных направлениях. Направленное действие антенны характеризуется ее диаграммой направленности.

Такую диаграмму (фиг. 3) можно построить, если на некотором расстоянии от передающей станции установить приемную антенну и, вращая ее вокруг оси, измерять напряжение на входе приемника в зависимости от угла поворота антенны. Диаграмма, показанная на фиг. 3, является диаграммой направленности в горизонтальной плоскости горизонтально расположенного вибратора, которая дана в полярных координатах. Если вибратор расположен вертикально, то диаграмма направленности такой антенны в горизонтальной плоскости представит собой круг.

Направленность антенны можно выразить в градусах угла, образованного прямыми, проходящими из центра диаграммы через точки, расположенные по обе стороны от максимума диаграммы, в которых напряжение падает до 70% от максимального, а мощность — до 50%. Для полуволнового вибратора, диаграмма которого показана на фиг. 3, направленность равна 90° и максимальная сила приема получится в том случае, когда вибратор своей плоскостью направлен на передающую станцию.

Иногда направленное действие антенны количественно характеризуется коэффициентом направленного действия. **Коэффициент направленного действия антенны** — это величина, показывающая, во сколько раз нужно было бы повысить мощность излучения (для передающей антенны), если бы вместо направленной антенны была применена ненаправленная антенна для того, чтобы



Фиг. 3. Диаграмма направленности полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости.

в направлении максимума излучения данной антенны получить от ненаправленной антенны ту же напряженность поля.

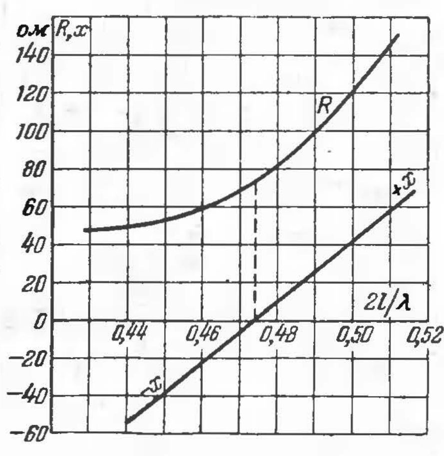
Коэффициентом усиления антенны называют произведение коэффициента направленного действия антенны на ее к. п. д. Он определяет окончательный выигрыш антенны в мощности, получающийся за счет направленного действия антенны и использования этой мощности. Для приемной антенны выигрыш в мощности достигается тем, что при данной напряженности поля в месте приема такая антенна в направлении максимума диаграммы направленности получает из приходящего электромагнитного поля бóльшую энергию, чем ненаправленная.

Входное сопротивление вибратора зависит от распределения тока и напряжения в нем. Сравнительно тонкий вибратор длиной точно в половину волны имеет

входное сопротивление, состоящее из активной и реактивной составляющих. **Полное входное сопротивление вибратора**, т. е. общее сопротивление переменному току, выраженное в комплексном виде, равно:

$$Z_{вх} = R + jx = 73{,}1 + j42 \text{ ом}. \qquad (2)$$

Реактивная составляющая входного сопротивления ухудшает частотную характеристику антенны и уменьшает энергию, отдаваемую антенной в нагрузку. Чтобы входное сопротивление антенны было чисто активным, надо настроить вибратор в резонанс, т. е. так подобрать длину вибратора, чтобы реактивное сопротивление его стало равно нулю. На фиг. 4 показано изменение активной и реактивной составляющих входного сопротивления вибратора в зависимости от его длины. Как видно из фиг. 4, при **резонансной длине вибратора** реактивная составляющая входного сопротивления x равна нулю, а активная $R = 73$ *ом*, при этом вибратор имеет длину менее половины длины волны $(0{,}47\ \lambda)$. Укорочение вибратора будет тем больше, чем больше его диаметр. Используемые на практике приемные телевизионные антенны имеют входное сопротивление от 30 до 300 *ом*.



Фиг. 4. Зависимость реактивного и активного сопротивлений полуволнового вибратора от его длины.

Всякая антенна в такой же мере способна принимать радиоволны, в какой мере она способна их излучать.

Поэтому приемную антенну, так же как передающую, можно охарактеризовать **сопротивлением излучения**; чем больше отношение сопротивления излучения к сопротивлениям потерь, тем лучше приемная антенна способна принимать радиоволны. У полуволнового вибратора активные потери очень малы, поэтому входное активное сопротивление его, равное 73 *ом*, называют также сопротивлением излучения и обозначают R_E. Обычные радиовещательные приемные антенны имеют R_E, много меньшее.

Полоса частот, пропускаемых приемной телевизионной антенной, является характеристикой антенны, в значительной степени определяющей качество получаемого изображения. Приемная антенна должна пропустить без значительных искажений весь спектр частот телевизионного сигнала, излучаемого передатчиком и составляющего полосу в 6,75 *мгц*. При узкой полосе пропускания антенны четкость принимаемого изображения резко снижается. Для того чтобы расширить полосу частот приемной антенны, вибраторы изготовляют обычно из полых металлических трубок или стержней диаметром от 10 до 30 *мм*. Полые тонкостенные трубки предпочтительнее сплошных стержней, так как конструкция антенны с такими трубками облегчается и упрощается.

Антенна соединяется с приемником при помощи фидерных линий. Эти линии, или, как их называют, фидеры, могут быть симметричными или несимметричными и характеризуются волновым сопротивлением и величиной потерь.

Волновое сопротивление линии есть отношение напряжения к току в бегущей волне, распространяющейся вдоль линии. Волновое сопротивление зависит от геометрических размеров проводников линии, от расстояния между проводами и свойств диэлектрика, разделяющего провода, и не зависит от длины линии. Волновое сопротивление линии тем меньше, чем больше взаимная емкость на единицу длины линии между проводами, образующими линию.

Потери в линии, наоборот, зависят от длины линии: чем длиннее фидерная линия, тем больше потери в ней и тем меньше полезный сигнал, подводимый к приемнику.

Необходимым условием полного использования улавливаемой антенной энергии является хорошее согласование антенны с фидером и фидера с входной цепью приемника. Такое согласование может быть получено, если входное сопротивление антенны и волновое сопротивление фидера, с одной стороны, и волновое сопротивление фидера и входное сопротивление приемника, с другой стороны, имеют равные величины

$$R_A = W_ф = R_{в.\,пр}, \qquad (3)$$

где R_A — активное входное сопротивление антенны, *ом*

$W_ф$ — волновое сопротивление фидера, *ом*;

$R_{в.пр}$ — активное сопротивление входной цепи приемника, *ом*.

Рассогласование фидера с приемником сказывается сильнее, чем рассогласование антенны с фидером. Лучше всего, однако, когда с фидером согласованы и антенна и вход приемника. Плохое согласование понижает к. п. д. антенны и искажает изображение из-за фидерного эхо.

В случае, если антенна, фидер и входная цепь приемника плохо согласованы друг с другом, а также, если фидерная линия имеет резкие изгибы и повороты, в фидерной линии возникают отраженные волны. Часть энергии, идущей из антенны, отражается от мест соединения несогласованных сопротивлений и резких изгибов и возвращается обратно в антенну. Мерой рассогласования и наличия отражений служит коэффициент отражения.

Коэффициентом отражения называется отношение напряжения, отраженного от нагрузки, к напряжению, поступающему от источника э. д. с.:

$$P_u = \frac{u_{отр}}{u_{пост}}. \qquad (4)$$

При хорошем согласовании фидерной линии с нагрузкой, т. е. когда линия нагружена на активное сопротивление, равное ее волновому сопротивлению, коэффициент отражения равен нулю.

Коэффициент отражения полуволнового вибратора растет с отклонением от резонансной частоты. На фиг. 5 показаны кривые, характеризующие коэффициенты отражения у наиболее распространенных приемных телевизионных антенн — полуволновых вибраторов разной конструкции. Из фиг. 5 можно сделать заключение, что у тонких проволочных вибраторов при небольшой расстройке коэффициент отражения растет очень быстро, что свидетельствует об узкой полосе пропускания этих антенн.

Чтобы обеспечить максимальную силу приема, приемная антенна должна быть правильно ориентирована по отношению к передающей и иметь одинаковую с ней поляризацию. Так, например, антенна Московского телевизионного центра излучает горизонтальные плоско-поляризованные волны, т. е. электромагнитные волны, электрическое и магнитное поля которых сохраняют неизменным свои направления в пространстве, причем электрическое поле — горизонтально. Следовательно, приемный вибратор должен располагаться тоже горизонтально, чтобы электрическое поле приходящей волны действовало вдоль проводов приемной антенны, так как если электрическое

поле перпендикулярно к проводу, то оно не создает в нем токов.

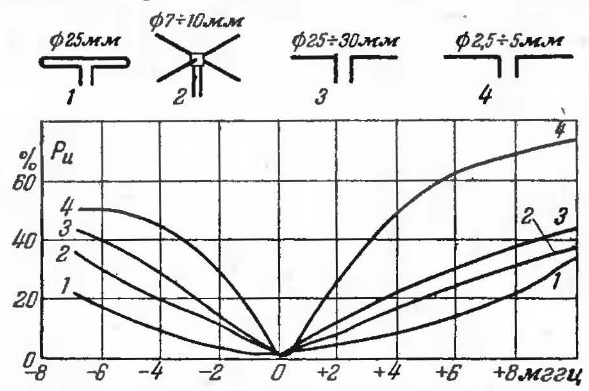
Электродвижущая сила, наводимая в вибраторе, зависит от действующей длины вибратора, которую для полуволнового вибратора можно определить из выражения

$$l_{д.\,в}=\frac{\lambda}{\pi}, \qquad (5)$$

где λ — длина волны;

π — постоянная величина, равная 3,14.

Действующей длиной антенны называется величина, характеризующая способность антенны излучать и принимать электромагнитные волны; она зависит от длины



Фиг. 5. Зависимость коэффициента отражения от расстройки для разных типов полуволновых вибраторов.

провода и распределения тока в нем. Действующая длина антенны всегда меньше ее геометрической длины.

Если обозначить действующее значение напряженности поля через E_0 *мв/м*, то действующее значение э. д. с. на зажимах вибратора можно определить из выражения

$$E_в=E_0 l_{д.\,в}=E_0\frac{\lambda}{\pi}\ мв, \qquad (6)$$

где E_0 — *мв/м*; λ — *м*.

Подключив к вибратору фидер с волновым сопротивлением, равным активному сопротивлению вибратора, а к фидеру приемник с входным сопротивлением, равным волновому сопротивлению фидера, и считая, что потери в антенно-фидерной системе происходят только за счет активных потерь фидера, можно подсчитать напряжение на входе приемника по следующей формуле:

$$U_{пр}=E_0\frac{\lambda}{2\pi}\sqrt{\eta_ф}\ мв, \qquad (7)$$

где $\eta_ф$ — к. п. д. фидера.

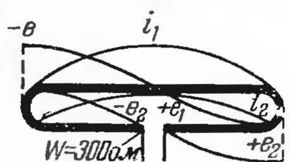
Необходимые сведения для расчета к. п. д. фидера даны в гл. 3.

Пример. Рассчитать напряжение на входе приемника, если: напряжение в месте приема равно 2 *мв/м*; прием происходит в первом канале; фидер согласован с антенной и входной цепью приемника; к. п. д. фидера равен 45%:

$$U_{пр}=E_0\cdot\frac{\lambda}{2\pi}\cdot\sqrt{\eta_ф}=2\cdot\frac{5,71}{2\cdot 3,14}\cdot\sqrt{0,45}=1,2\ мв.$$

Петлевой вибратор

Петлевой вибратор, предложенный А. А. Пистолькорсом, состоит из двух полуволновых стержневых вибраторов, расположенных близко друг к другу и соединенных вместе своими концами. Один из вибраторов разрезан в середине. В месте разреза к концам вибратора подключается фидер. Общий вид вибратора и распределения тока и напряжения в нем показаны на фиг. 6. Входное сопротивление петлевого вибратора около 300 *ом*. Это обстоятельство имеет, как будет показано ниже, особую ценность при конструировании сложных антенн с острой направленностью. Собственные сопротивления каждого отдельного вибратора, из которых состоит петлевой вибратор, равны $R_1=R_2\approx 75$ *ом*. Так как эти вибраторы расположены близко друг к другу, то и взаимно наведенные сопротивления очень близки к собственным и равны $R_{1,2}=R_{2,1}\approx 75$ *ом*, а потому в точках подключения фидера входное сопротивление вибратора равно:



Фиг. 6. Общий вид и распределение наприжений и токов в петлевом вибраторе Пистолькорса.

$$R_{вх}=R_1+R_2+R_{1,2}+R_{2,1}=4\cdot 75=300\ ом.$$

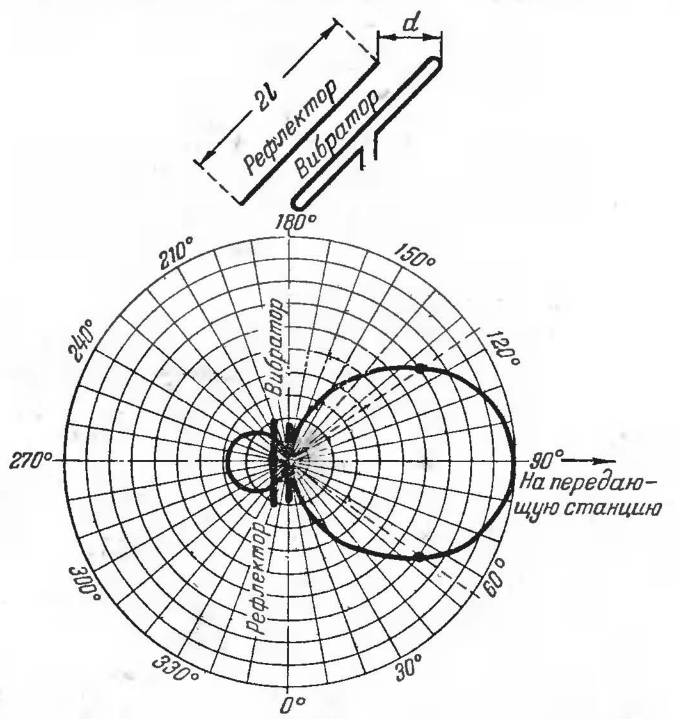
Как видно из фиг. 5, петлевой вибратор обладает сравнительно с другими полуволновыми вибраторами несколько большей шириной полосы пропускания частот.

Диаграмма направлённости петлевого вибратора имеет примерно такой же характер, как и симметричного вибратора (фиг. 3).

Петлевой вибратор получил широкое распространение в качестве самостоятельной антенны, а также как активный элемент в сложных антеннах направленного действия.

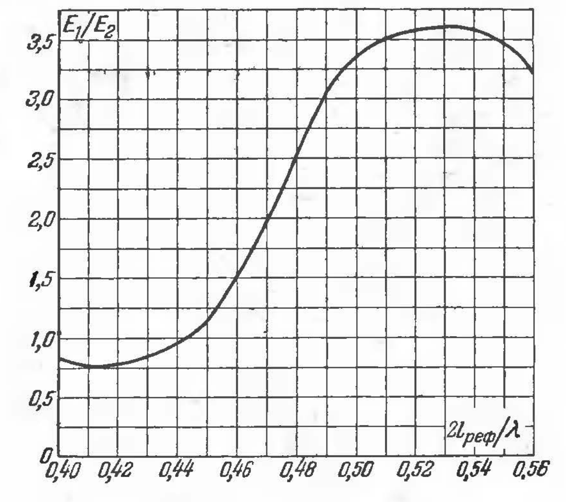
Однонаправленные антенны

Наименее сложной антенной с улучшенной диаграммой направленности является антенна типа «волновой канал». Такая антенна состоит из активного элемента, в качестве



Фиг. 7. Схема антенны—петлевой вибратор с рефлектором и ее диаграмма направленности.

которого может быть, например, использован симметричный или петлевой вибратор, и расположенного вблизи, параллельно активному элементу, пассивного элемента (фиг. 7). Пассивный элемент такой антенны называется рефлектором. Как видно из фиг. 7, диаграмма направленности такой сложной антенны имеет ярко выраженную одностороннюю направленность. Рефлектор действует подобно зеркалу, отражая пришедшие к нему со стороны активного элемента радиоволны. При надлежащем выборе расстояния между активным и пассивным элементами и длины рефлектора можно получить необходимый сдвиг фаз, обеспечивающий сложение полей в одном направлении и вычитание в другом, что и обеспечит однонаправленность антен-



Фиг. 8. Зависимость отношения $\frac{E_1}{E_2}$ от длины рефлектора.

ны. Длину рефлектора выбирают обычно на 5—10% больше длины активного вибратора и располагают его на расстоянии 0,1—0,25 λ от вибратора.

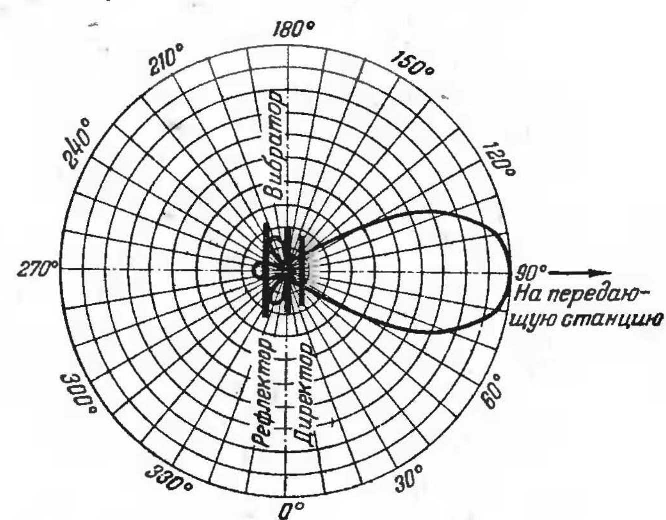
Зависимость E_1/E_2 от длины рефлектора показана на фиг. 8, где E_1 — напряженность поля антенны в заданном направлении, а E_2 — в обратном направлении.

Дальнейшее увеличение направленности антенны можно получить, применив второй пассивный элемент и расположив его впереди активного (фиг. 9). Этот пассивный элемент носит название директора. Настройка такой сложной антенны производится выбором расстояний между активным вибратором, директором и рефлектором. При настройке стараются получить возможно большую однона-

правленность, сохранив необходимую ширину полосы частот и достаточную величину входного сопротивления антенны.

К сожалению, эти требования противоречивы и в зависимости от поставленной задачи приходится поступиться одним требованием в пользу другого.

Антенна, показанная на фиг. 9, имеет входное сопротивление от 80 до 120 *ом*. Полоса пропускания несколько уже чем у обычной антенны петлевой вибратор. Коэффициент усиления такой антенны в зависимости от настройки колеблется в пределах от 4,0 до (по мощности) 6,0.



Фиг. 9. Схема антенны—петлевой вибратор с рефлектором и директором и ее диаграмма направленности.

Напряжение на входе приемника для направленной антенны можно рассчитать по формуле

$$U_{пр} = E_0 \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \sqrt{\mu \eta_{ф}} \ мв, \quad (8)$$

где μ — коэффициент усиления антенны по мощности.

Если известны потери в вибраторе, то коэффициент усиления антенны можно выразить как произведение коэффициента направленного действия антенны на ее к. п. д.

$$\mu = D\eta_A. \quad (9)$$

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

СОГЛАСОВАНИЕ АНТЕННЫ С ФИДЕРОМ

Фидерная линия

Вторым элементом антенного устройства является фидерная линия, соединяющая антенну с телевизионным приемником.

Фидеры могут быть симметричными и несимметричными.

Все распространенные до сих пор антенны являются симметричными устройствами.

Примером симметричной линии может служить двухпроводная линия из двух параллельных проводов или двухпроводный высокочастотный кабель (типов РД-18, РД-10 или КАТВ).

В качестве симметричной линии можно иногда применять обычный осветительный шнур, свитый из двух проводов.

Как уже говорилось в гл. 1, условия хорошего согласования антенны и фидера требуют равенства величин входного сопротивления антенны R_A и волнового сопротивления фидерной линии $W_ф$:

$$R_A = W_ф.$$

Расчет волнового сопротивления простейшей двухпроводной фидерной линии можно произвести по формуле

$$W_ф = 276 \lg \frac{d}{r} \ ом, \quad (10)$$

где d — расстояние между осевыми линиями параллельных проводов фидерной линии, *мм*;

r — радиус провода, *мм*.

Расчет этот можно выполнить, пользуясь графиком фиг. 10.

Волновое сопротивление коаксиального фидера с воздушным диэлектриком можно рассчитать по формуле

$$W_{к.ф} = 138 \lg \frac{D}{d} \ ом, \quad (11)$$

где D — внутренний диаметр внешнего провода, *мм*;

d — наружный диаметр внутреннего провода, *мм*.

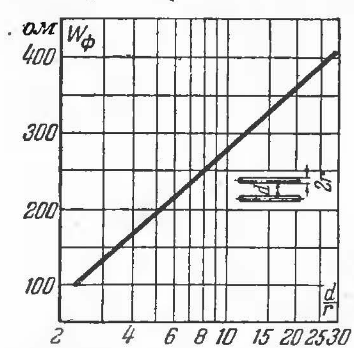
Если пространство между проводами коаксиального фидера заполнено диэлектриком, то расчет волнового сопротивления надо производить по формуле

$$W_{к.ф} = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{D}{d} \text{ ом}, \qquad (12)$$

где ε — диэлектрическая проницаемость примененного в кабеле диэлектрика.

Для кабелей типов РК-1, РК-20 и РК-3 $\sqrt{\varepsilon} = 1{,}5$.

Волновое сопротивление выпускаемых промышленностью коаксиальных кабелей обычно известно для каждой марки кабеля. Если, однако, марка кабеля неизвестна, то волновое сопротивление такого кабеля можно определить, пользуясь номограммой, приведенной на фиг. 11. Для этого надо предварительно измерить внутренний диаметр внешнего провода D и диаметр центральной жилы d.



Фиг. 10. Зависимость волнового сопротивления двухпроводного фидера от отношения $\frac{d}{r}$.



Фиг. 11. Номограмма для расчета волнового сопротивления коаксиального кабеля.

Соединив на графике фиг. 11 прямой линией значения измеренных диаметров, прочтем на средней шкале значение волнового сопротивления.

Характеристики выпускаемых промышленностью коаксиальных кабелей даны в табл. 2. Затухания кабелей даны для частоты 50 *мггц*.

Таблица 2

Тип кабеля		Волновое сопротивление, *ом*	Затухание в неперах на 1 *км*	Емкость на 1 *м*, *пф*	Коэффициент укорочения волны в кабеле $\xi = \sqrt{\varepsilon}$
Асимметричный	РК-1	75	9	66	1,5
	РК-3	75	6,5	68	1,5
	РК-20	75	8	68	1,5
	РК-19	50	18	96	1,5
	РК-31	67	25	88	1,7
Симметричный	РД-18	100	16	45	1,5
	КАТВ (ленточный)	300	14	13	1,23

В последней колонке табл. 2 даны коэффициенты укорочения волны $\xi = \frac{c}{v}$, т. е. отношение скорости распространения электромагнитной волны в воздухе к скорости распространения вдоль проводов. Коэффициент укорочения можно подсчитать по формуле

$$\xi = \sqrt{\varepsilon}.$$

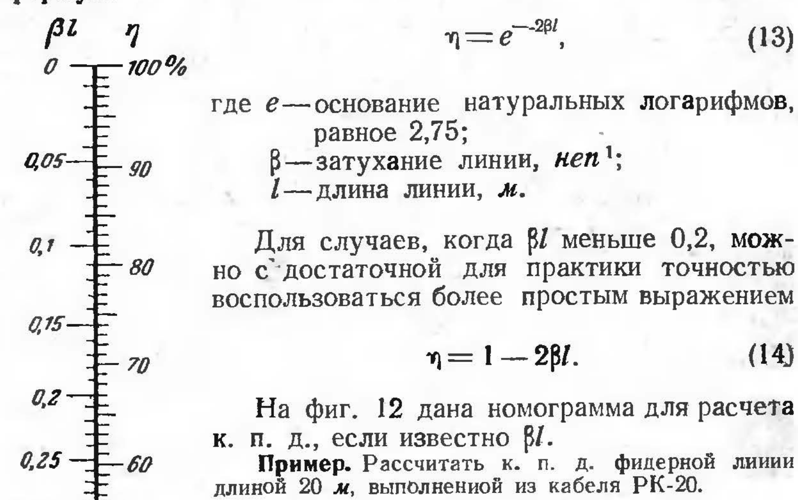
При отсутствии этих кабелей можно изготовить фидер из осветительного шнура, телефонного кабеля или монтажного провода. Волновое сопротивление таких суррогатных фидеров дано в табл. 3. Следует иметь в виду, что применение суррогатных фидеров сильно снижает к. п. д. антенно-фидерной системы (до 25—40%) из-за большого затухания в таких фидерах.

Таблица 3

Суррогатные фидеры	Волновое сопротивление, *ом*
Телефонный кабель с хлорвиниловой изоляцией 2×0,5 *мм²*	140—150
Осветительный шнур 2×1 *мм²*	130—140
Осветительный шнур 2×1,5 *мм²*	135
Монтажный провод, витой, АОЛ 1×1 *мм²*	140
Монтажный провод ШРПЛ 2×1,5 *мм²*	75

Применение суррогатных фидеров возможно только в районе непосредственной близости от передающей станции. В более удаленных местах надо применять специальные кабели с возможно меньшим затуханием (РК-1, РК-20).

Коэффициент полезного действия фидера для случая, когда фидер согласован с нагрузкой, можно рассчитать по формуле



$$\eta = e^{-2\beta l}, \qquad (13)$$

где e — основание натуральных логарифмов, равное 2,75;
β — затухание линии, *неп*[1];
l — длина линии, *м*.

Для случаев, когда βl меньше 0,2, можно с достаточной для практики точностью воспользоваться более простым выражением

$$\eta = 1 - 2\beta l. \qquad (14)$$

На фиг. 12 дана номограмма для расчета к. п. д., если известно βl.

Пример. Рассчитать к. п. д. фидерной линии длиной 20 *м*, выполненной из кабеля РК-20.

Из табл. 2 следует, что затухание 1 *м* кабеля РК-20 равно 0,008. Следовательно,

$$\beta l = 0{,}008 \cdot 20 = 0{,}16,$$

откуда к. п. д. фидера по номограмме фиг. 12 равно 72%.

Подсчет по формуле (14) дает:

$$\eta = 1 - 2\beta l = 1 - 2 \cdot 0{,}16 = 0{,}68, \text{ или } 68\%.$$

[1] Непер — единица для измерения ослабления или усиления. 1 *неп* — это ослабление (или усиление), для которого натуральный логарифм отношения напряжений или токов равен единице:

$$N_{неп} = \ln \frac{U_2}{U_1},$$

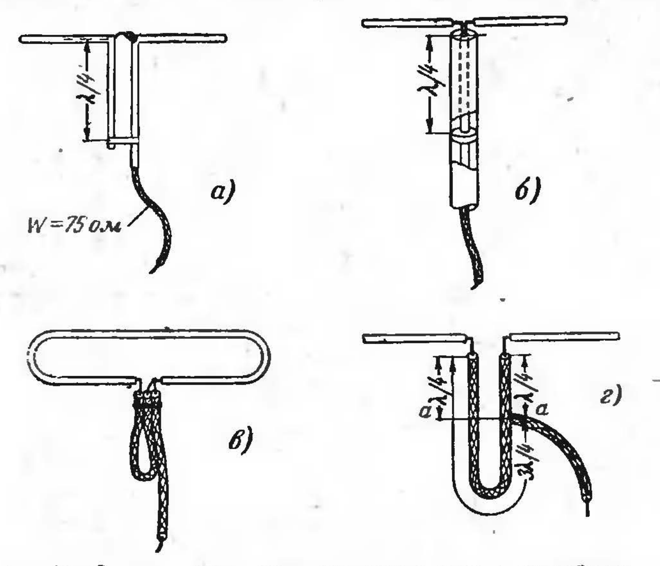
где U_1 — напряжение до усиления (или ослабления);
U_2 — после усиления.

Переход от неперов к децибелам: $N_{дб} = 8{,}7 N_{неп}$.

Фиг. 12. Номограмма для расчета к. п. д. фидерной линии.

Симметрирующие и согласовывающие устройства

Промышленные телевизионные приемники «Москвич Т-1», КВН-49, «Ленинград Т-2» имеют несимметричный вход, а приемник «Ленинград Т-1» — симметричный. Входное сопротивление всех приемников равно 75 *ом*. Приемники рассчитаны на применение коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 *ом*. С другой стороны, приемные антенны имеют симметричный вход. Непосредственное подключение несимметричного фидера к симметричному входу антенны нарушает распределение тока и напряжения в ней, что ведет к искажению диаграммы направленности антенны и к рассогласованию, т. е. искажению принимаемого изображения. Поэтому присоединение коаксиального кабеля к антенне надо производить посредством симметрирующего устройства.

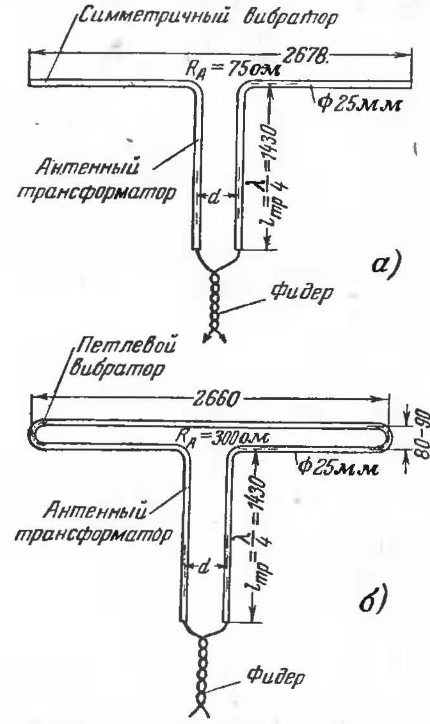


Фиг. 13. Симметрирующие и согласовывающие устройства.

На фиг. 13 показаны четыре варианта симметрирующих элементов.

Симметрирующее устройство фиг. 13,*а* выполнено в виде короткозамкнутого шлейфа длиной $\lambda/4$. Такой шлейф не нарушает распределения тока и напряжения в антенне, так как входное сопротивление шлейфа очень велико и он является как бы металлическим изолятором. Кабель прохо-

дит сквозь одну из трубок шлейфа. На выходе экран кабеля припаивается к трубке, а внутренняя жила кабеля — к противоположной трубке шлейфа. Такое подключение кабеля к шлейфу как бы изолирует по высокой частоте экранный провод, и напряжения на концах экранного провода и внутренней жиле кабеля уравниваются, т. е. делаются симметричными.



Фиг. 14. Согласование вибратора с фидером с помощью трансформатора.

Симметрирующее устройство фиг. 13,*б* выполнено в виде запорного дросселя (стакана). Этим стаканом служит полость трубы мачты, сквозь которую пропущен коаксиальный кабель-фидер. На расстоянии $\lambda/4$ от конца трубы экран кабеля и мачта электрически соединены друг с другом.

Можно произвести симметрирование петлевого вибратора с фидером с помощью полуволновой петли, как показано на фиг. 13,*в*. Это симметрирующее устройство является одновременно и согласовывающим элементом.

Входное сопротивление петлевого вибратора равно около 300 *ом*, следовательно, сопротивление каждой половины вибратора по отношению к точке нулевого потенциала равно 150 *ом*. Эти два сопротивления с помощью полуволновой петли соединяются параллельно, и в месте соединения петли с концами вибратора получается входное сопротивление, равное примерно 75 *ом*, чем и обеспечивается согласование антенны с фидером в 75 *ом*.

Иногда для согласования приходится применять специальные трансформирующие устройства. На фиг. 13,*г* показано такое устройство, совмещающее симметрирующие и

трансформирующие элементы. Петля, изготавливаемая из того же кабеля, что и фидер, имеет электрическую длину, равную λ. Фидер подключается на расстоянии $\lambda/4$ от конца петли (способ присоединения фидера показан на фиг. 20). Нижняя часть петли до точек *аа* служит симметрирующим элементом, а два верхних отрезка длиной каждый по $\lambda/4$ являются трансформаторами. Входное сопротивление каждой половинки вибратора (37,5 *ом*) повышается трансформатором в точках *аа* до 150 *ом* каждое. Эти два сопротивления складываются полуволновой петлей параллельно, и входное сопротивление в месте подключения фидера оказывается равным 75 *ом*. Таким образом выполняются одновременно симметрирование и согласование фидера с антенной.

Для согласования антенны с фидером часто применяют четвертьволновые трансформаторы (фиг. 14).

Волновое сопротивление такого трансформатора определяется из формулы

$$W_{тр}=\sqrt{W_ф R_н}, \quad (15)$$

где $W_ф$ — волновое сопротивление фидера;
$R_н$ — сопротивление нагрузки.

Пример. Рассчитать волновое сопротивление трансформатора для согласования вибратора, обладающего входным сопротивлением 75 *ом*, с симметричным фидером, волновое сопротивление которого равно 300 *ом* (кабель КАТВ-300):

$$W_{тр}\sqrt{300\cdot75}=\sqrt{22\,500}=150 \text{ ом}.$$

Следовательно, подключив антенну к фидеру через отрезок кабеля, имеющего волновое сопротивление в 150 *ом* и длину $\lambda/4$, можно выполнить условие согласования.

Геометрические длины согласующих трансформаторов и симметрирующих устройств, выполняемых из кабелей, можно подсчитать по следующим формулам:

1. Длина симметрирующей петли

$$l_п=\frac{\lambda}{2\sqrt{\varepsilon}}, \quad (16)$$

где λ — длина волны, *м*;
ε — диэлектрическая проницаемость изоляции кабеля.

2. Длина трансформатора

$$l_{тр}=\frac{\lambda}{4\sqrt{\varepsilon}}. \quad (17)$$

В частном случае для кабелей типов РК-1, РК-3, РК-20, для которых $\sqrt{\varepsilon} = 1{,}5$,

$$l_n = \frac{\lambda}{2\sqrt{\varepsilon}} = \frac{\lambda}{3} \text{ и } l_{mp} = \frac{\lambda}{4\sqrt{\varepsilon}} = \frac{\lambda}{6}.$$

В качестве трансформатора можно применить устройство, которое является как бы продолжением половинок вибратора и представляет собой участок двухпроводной линии длиной в четверть волны (фиг. 14). Расстояние d между трубками антенного трансформатора зависит от волнового сопротивления трансформатора и диаметра трубок.

Пример. Рассчитать трансформатор к петлевому вибратору для включения фидера с волновым сопротивлением 100 *ом* (кабель РД-18).

Согласно формуле (15) волновое сопротивление трансформатора должно быть равно:

$$W_{mp} = \sqrt{W_{\phi} R_н} = \sqrt{100 \cdot 300} = 173 \text{ ом}.$$

Из графика фиг. 10 для волнового сопротивления двухпроводной линии 173 *ом* найдем, что отношение d/r примерно равно 4,2. Так как по фиг. 14, *б* трубки вибратора имеют диаметр 25 *мм* ($r = 12{,}5$), то

$$d = 4{,}2\ r = 52{,}5 \text{ мм}.$$

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

КОНСТРУКЦИИ ПРИЕМНЫХ АНТЕНН

Симметричный полуволновый вибратор

Конструкция простейшей наружной приемной телевизионной антенны показана на фиг. 15. Общую длину вибратора можно приближенно подсчитать по формуле

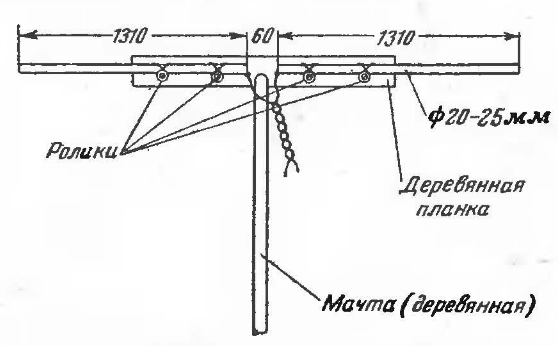
$$l_{об} = \frac{143}{f}, \qquad (18)$$

где f — средняя частота канала, *мгц*.

Чтобы устранить реактивную составляющую входного сопротивления, общая длина вибратора делается несколько меньше половины длины волны. Эта резонансная длина зависит от диаметра трубок, из которых выполнен вибратор. Задавшись диаметром трубок, можно длину вибратора для работы в первом телевизионном канале определить с помощью графика фиг. 16. Для расчета длины вибратора при работе во втором канале надо найденное из графика

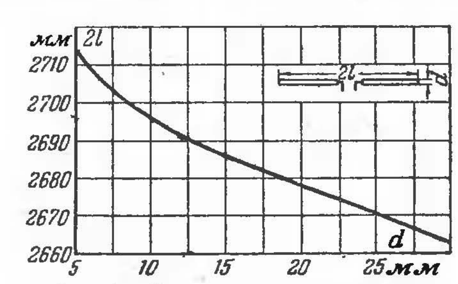
фиг. 16 значение $2l$ умножить на 0,85, а для третьего канала — на 0,66.

Настроенный в резонанс вибратор имеет активное входное сопротивление. Величину входного сопротивления настроенного вибратора в зависимости от диаметра трубок можно определить по графику фиг. 17.



Фиг. 15. Конструкция симметричного вибратора.

Вибратор имеет симметричный вход, поэтому фидером может служить двухпроводная линия с волновым сопротивлением 70—80 *ом*. В случае использования несимметричного коаксиального кабеля необходимо применить симметрирующее устройство. Способ выполнения трех вариантов симметрирующих устройств показан на фиг. 18, 19 и 20.

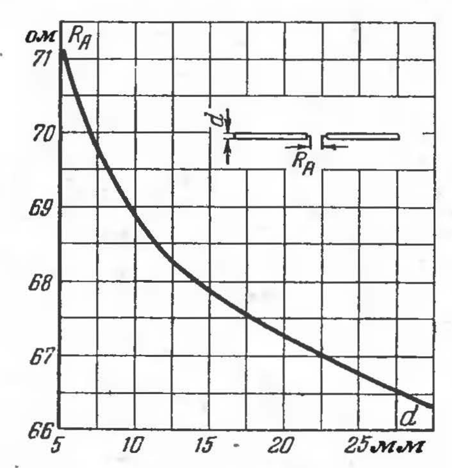


Фиг. 16. Зависимость общей длины настроенного вибратора от диаметра трубок.

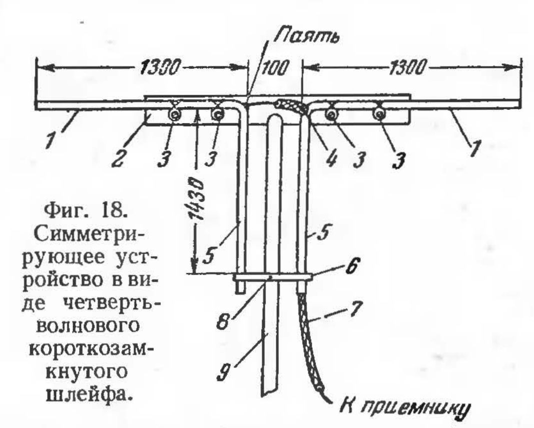
На фиг. 18 симметрирующее устройство в виде четвертьволнового шлейфа выполнено по схеме фиг. 13,*а*. Закорачивающий мостик должен иметь хороший электрический контакт с трубками. В середине мостика потенциал равен ну-

лю, поэтому в этом месте мостик можно крепить к мачте без изоляции.

Симметрирующее устройство фиг. 19 выполнено по



Фиг. 17. Зависимость входного сопротивления настроенного симметричного вибратора от диаметра трубок.

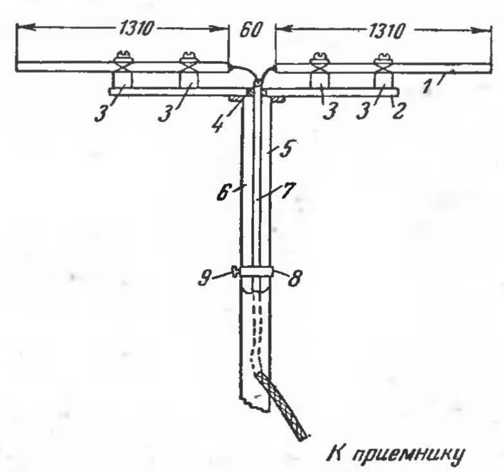


Фиг. 18. Симметрирующее устройство в виде четвертьволнового короткозамкнутого шлейфа.

1—металлические трубки вибратора диаметром 20—25 *мм*; *2*—деревянная планка; *3*—ролики; *4*—экран кабеля (спаять с трубкой); *5*—четвертьволновый шлейф; *6* — закорачивающий мостик шлейфа; *7*—фидер 75 *ом*, пропущенный в трубке симметрирующего шлейфа; *8*—место крепления мостика к мачте; *9*—деревянная мачта.

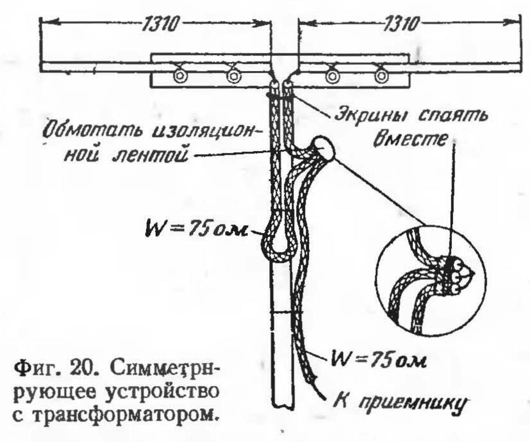
схеме фиг. 13,*б*, а симметрирующее устройство фиг. 20—по схеме фиг. 13,*г*. Все размеры, а также способ выполнения видны из чертежей и не требуют пояснений.

При большой напряженности поля, вблизи от телецентра можно применить комнатную антенну. Такую антенну и фидер к ней можно изготовить из провода диаметром



Фиг. 19. Симметрирующее устройство в виде запорного дросселя.

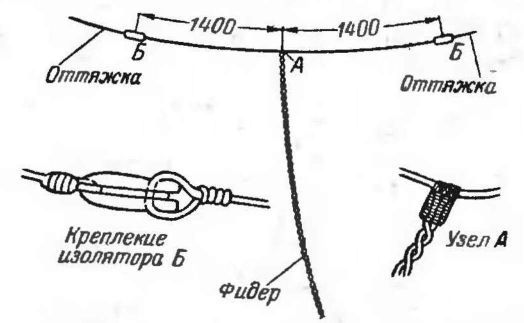
1—металлические трубки вибратора диаметром 20—25 *мм*; *2*—деревянная планка; *3*—ролики; *4*—втулка из гетинакса; *5*—симметрирующая полость длиной λ/4; *6*—металлическая трубка (мачта) диаметром 30—40 *мм*; *7*—фидер 75 *ом*; *8*—мостик, соединяющий экран фидера с трубкой; *9*—винт.



Фиг. 20. Симметрирующее устройство с трансформатором.

2—3 *мм* с хлорвиниловой изоляцией или из осветительного шнура 1,5—2 *мм*. Размеры и способ крепления фидера показаны на фиг. 21. Если антенна изготовляется из витого

шнура, то надо шнур расплести на длине 1 400 *мм* (считая от изолятора) на два отдельных провода. Это будут половинки вибратора. В точке *А* шнур надо хорошо обмотать

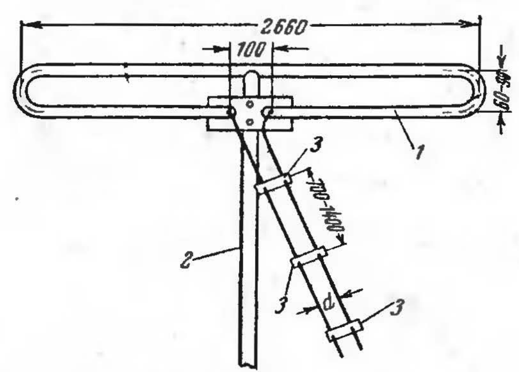


Фиг. 21. Гибкий вибратор для комнатной антенны.

изоляционной лентой и крепко завязать куском бумажной оплетки, снятой со шнура, чтобы при натяжении антенны не повредилась изоляция и не раскрутился шнур.

Петлевой вибратор

Конструкция и размеры элементов петлевого вибратора показаны на фиг. 22. По сравнению с простым симметричным вибратором петлевой вибратор имеет более широкую



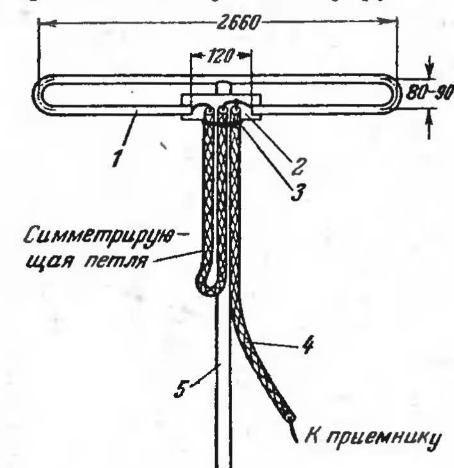
Фиг. 22. Полуволновой петлевой вибратор А. А. Пистолькорса с двухпроводной фидерной линией.

1 — металлическая трубка диаметром 20—25 *мм*; 2 — металлическая мачта диаметром 30—40 *мм*; 3 — изолирующие планки из гетинакса.

полосу пропускания (фиг. 5) и большое входное сопротивление порядка 300 *ом*. Такое высокое входное сопротивление облегчает устройство симметрирующих и согласовы-

вающих элементов. На фиг. 22 в качестве фидера использована двухпроводная линия из голого медного провода. Определить необходимое расстояние между проводами линии *d* можно, пользуясь графиком фиг. 10.

Если в качестве фидера предполагается использовать коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 *ом*, то согласование его с вибратором можно выполнить с помощью симметрирующей полуволновой петли из того же кабеля, как показано на фиг. 23. Длину симметрирующей



Фиг. 23. Симметрирующее и согласующее устройство для подключения 75-омного коаксиального кабеля к петлевому вибратору.

1 — металлическая трубка диаметром 20—25 *мм*; 2 — планка из гетинакса; 3 — спаянные экраны кабелей; 4 — фидер 75 *ом*; 5 — мачта из металлической трубки диаметром 30—40 *мм*.

петли l_n можно подсчитать по формуле (16). Для частного случая, когда применяются кабели РК-1 и РК-20, эта длина равна:

$$l_n = \frac{\lambda_{cp}}{2\sqrt{\varepsilon}} = \frac{5{,}71}{2\cdot 1{,}5} = 1\,900 \text{ мм}.$$

Петлевой вибратор крепится к мачте без изоляторов в точке нулевого потенциала (фиг. 22 и 23).

При большой напряженности поля можно применить комнатную антенну, выполненную как петлевой вибратор. Устройство такой комнатной антенны и симметрирующего элемента к ней для несимметричного кабеля в 75 *ом* показано на фиг. 24.

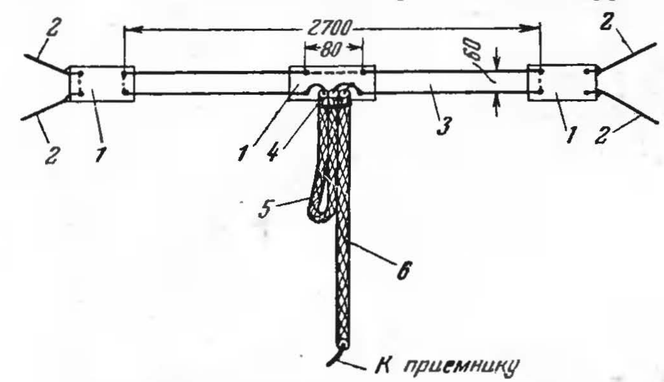
Вибратор шунтового питания

Конструкция антенны этого типа отличается большой простотой. Вибратор шунтового питания не требует для крепления изоляторов и предоставляет возможность удобно и легко производить согласование с фидером.

Такая антенна (фиг. 25) изготавливается из целого куска трубки подходящего диаметра.

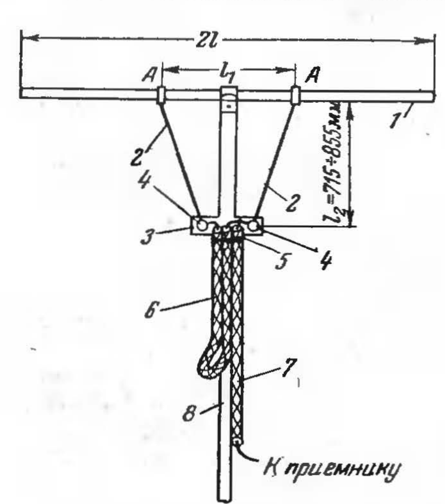
Вибратор крепится любым способом точно в середине к металлической или деревянной мачте.

В точках AA, находящихся на расстоянии l_1 друг от дру-



Фиг. 24. Комнатная антенна—петлевой вибратор.

1—планки из гетинакса; *2*—растяжки; *3*— антенный канатик диаметром 2,5—3 *мм*; *4*—спаянные экраны кабелей; *5*—петля длиной 1 900 *мм*; *6*—фидер 75 *ом*.



Фиг. 25. Конструкция вибратора шунтового питания.

1—вибратор диаметром 10—30 *мм*; *2*—антенный канатик; *3*—деревянная планка; *4*—ролик; *5*—спаянные экраны кабелей; *6*—симметрирующая петля; *7*—коаксиальный фидер; *8*—деревянная или металлическая (трубка диаметром 30—40 *мм*) мачта.

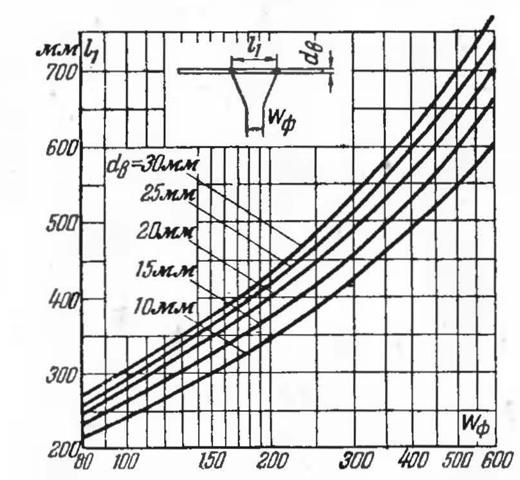
га и расположенных симметрично относительно середины вибратора, одеваются контактные хомутики из листовой латуни, к которым припаиваются провода снижения фидера. Провода эти должны быть натянуты и укреплены на роликах или изолирующей планке. К концам снижения можно присоединить либо двухпроводную симметричную линию, либо несимметричный коаксиальный кабель. В последнем случае необходимо применить симметрирующую полуволновую петлю из того же кабеля.

Расстояние l_1 между точками AA в зависимости от диаметра трубок

можно определить из графика фиг. 26. График рассчитан для первого канала.

На графике по оси абсцисс отложены волновые сопротивления фидера $W_ф$.

Чтобы найти значение l_1 в случае применения несимметричного коаксиального кабеля, надо значение волнового со-



Фиг. 26. Зависимость расстояния l_1 между точками подключения фидера к вибратору шунтового питания от волнового сопротивления фидера.

противления кабеля умножить на четыре, так как полуволновая симметрирующая петля уменьшает сопротивление нагрузки в четыре раза.

Пример. Найти расстояние l_1 вибратора шунтового питания из трубок диаметром 15 *мм* при применении коаксиального кабеля РК-1 с волновым сопротивлением 75 *ом*:

$$W_ф = 75 \cdot 4 = 300 \text{ ом}.$$

По графику фиг. 26 для $W_ф = 300$ и диаметре трубки вибратора 15 *мм* находим $l_1 = 460$ *мм*.

Пример. Определить длину вибратора шунтового питания из трубки диаметром 25 *мм* и согласовать его с симметричным кабелем РД-18, волновое сопротивление которого 100 *ом*.

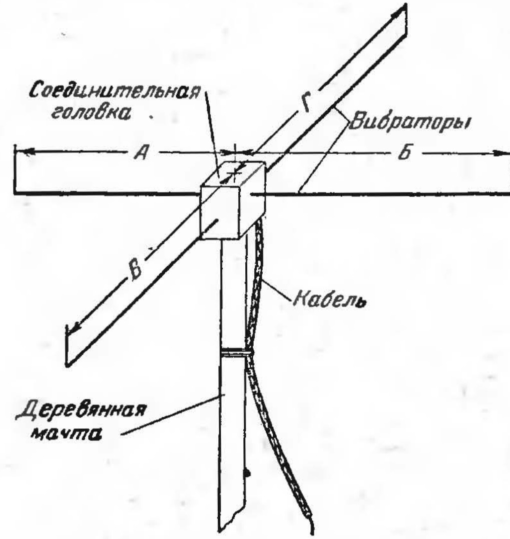
По графику фиг. 16 (для первого канала) при диаметре трубки 25 *мм* находим $2l = 2\,670$ *мм*. Далее по графику фиг. 26 для $W_ф = 100$ и $d_в = 25$ определим, что $l_1 = 300$ *мм*.

По найденному значению l_1 устанавливают оба контактных хомутика, положение которых окончательно регулируется по качеству изображения на трубке приемника.

Диаграмма направленного действия вибратора шунтового питания такая же, как и у симметричного полуволнового вибратора (фиг. 3).

Антенна ПТ-2

Антенна типа ПТ-2 * позволяет весьма просто осуществить согласование с любым фидером. Антенна разрешает использование несимметричного фидера (коаксиальный кабель) с волновым сопротивлением от 50 до 150 *ом* или

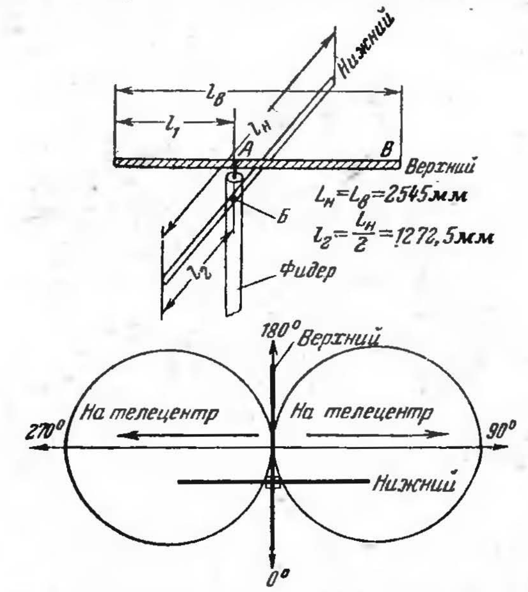


Фиг. 27. Общий вид антенны ПТ-2.

симметричного фидера (двухпроводный кабель) с сопротивлением от 50 до 300 *ом*. Конструкция антенны проста. Антенна представляет собой два полуволновых вибратора из сравнительно тонких металлических прутков диаметром 7—10 *мм*, расположенных в горизонтальной плоскости под углом 90° друг к другу (фиг. 27). Вибраторы антенны крепятся к деревянной мачте при помощи соединительной головки. Головка выполняется из дерева. Для улучшения

* Разработана автором.

изоляции деревянную головку рекомендуется хорошо проварить в натуральной олифе, а затем покрасить масляной краской. В головку вставлены неподвижные металлические



Фиг. 28. Согласование антенны типа ПТ-2 с несимметричным кабелем и диаграмма направленности и ориентация антенны.

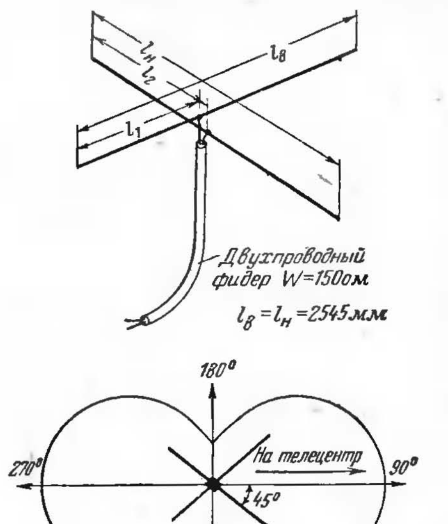
контактные трубочки, сквозь которые проходят вибраторы. Концы фидера припаиваются к контактным трубочкам. Настройка антенны осуществляется изменением плеч вибраторов. Длины плеч для первого и второго каналов в зависимости от диаметра примененных прутков даны в табл. 4.

Таблица 4

Диаметр прутков, *мм*	I канал			II канал		
	l_1, *мм*	A+B, *мм*	l_2, *мм*	l_1, *мм*	A+B, *мм*	l_2, *мм*
7	975	1 570	1 272,5	830	1 330	1 080
8	965	1 580	1 272,5	820	1 340	1 080
9	955	1 590	1 272,5	810	1 350	1 080
10	945	1 600	1 272,5	800	1 360	1 080

Согласование антенны с несимметричным кабелем, имеющим волновое сопротивление в 75 *ом*, показано на фиг. 28.

Как видно из фиг. 28, средняя жила коаксиального кабеля подключается к верхнему вибратору в точке *А* на расстоянии l_1 от конца вибратора, а экран кабеля — к нижнему вибратору в точке *Б* на расстоянии l_2 от конца вибратора. Размеры l_1 и l_2 для первого канала указаны на фиг. 28 и в табл. 4. Общая длина каждого вибратора равна 2 545 *мм.* При таком включении верхний вибратор работает в качестве антенны, а нижний служит противовесом. Диаграмма направленности и ориентация антенны по отношению к передающей антенне телецентра показана на той же фиг. 28.



Фиг. 29. Согласование антенны типа ПТ-2 с симметричным кабелем и диаграмма направленности и ориентация антенны. Для фидера с $W_ф = 150$ *ом*: при $d_в$ (диаметр стержней вибратора) $= 7$ *мм* $l_1 = l_2 = 975$ *мм*; при $d_в = 8$ *мм* $l_1 = l_2 = 965$ *мм*; при $d_в = 9$ *мм* $l_1 = l_2 = 955$ *мм*; при $d_в = 10$ *мм* $l_1 = l_2 = 945$ *мм.*

Согласование антенны с симметричным двухпроводным кабелем с волновым сопротивлением 150 *ом* показано на фиг. 29. При таком подключении фидера в качестве антенны служат оба вибратора. Диаграмма направленности и способ ориентации антенны, как видно из фиг. 29, отличаются от предыдущего случая. О величине коэффициента отражения антенны ПТ-2 и ширине полосы частот можно судить по графикам фиг. 5.

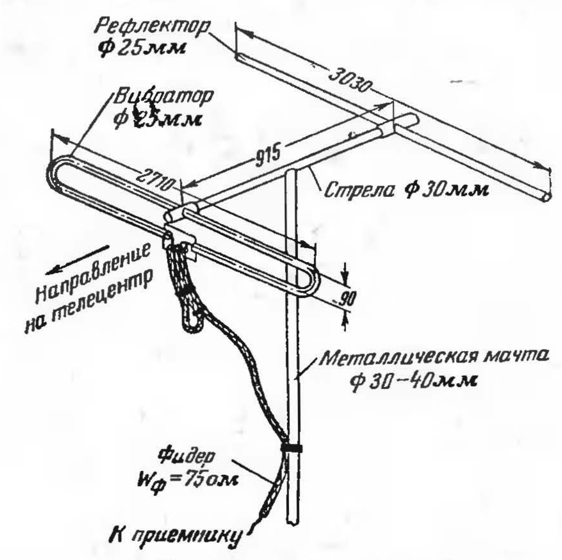
Петлевой вибратор с рефлектором

Для приема телевизионных передач на расстоянии 40—60 *км* от телецентра, например в пригородах, или при наличии большого уровня помех и отражений от зданий в городе рекомендуется применять однонаправленные антенны.

Конструкция петлевого вибратора с рефлектором, естественно, получается несколько более сложной, чем симметричного вибратора, однако такое усложнение окупается повышением отношения полезного сигнала к помехе и, следовательно, повышением надежности и качества приема.

Применение в однонаправленных антеннах в качестве активного элемента петлевого вибратора упрощает согласование антенны с фидером и позволяет получить более широкую полосу пропускания частот.

На фиг. 30 приведены все необходимые размеры и показан способ крепления отдельных элементов антенны. Расстояние между вибратором и рефлектором, а также длины рефлектора и вибратора указанной антенны выбраны так, что входное сопротивление антенны на резонансной частоте будет активным и равно 300 *ом*. Антенна имеет достаточно широкую полосу пропускания, а следовательно, обеспечивает качественный прием изображения.



Фиг. 30. Конструкция петлевого вибратора с рефлектором.

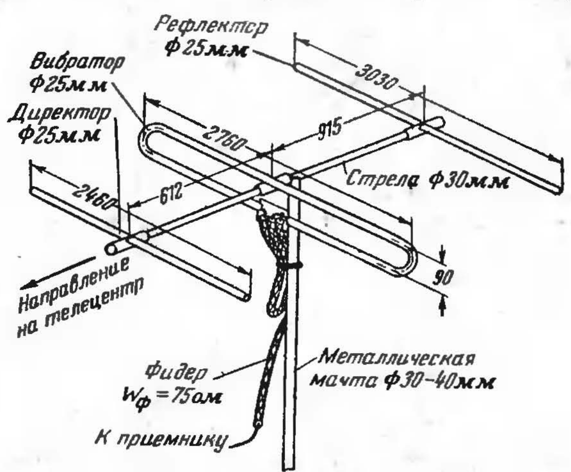
В качестве фидера можно применить двухпроводный симметричный кабель с волновым сопротивлением 300 *ом*. В случае использования несимметричного коаксиального кабеля симметрирующая петля выполняется из того же кабеля и таким же образом, как для петлевого вибратора (фиг. 23).

Диаграмма направленности такой антенны показана на фиг. 7.

Коэффициент усиления антенны по напряженности поля по отношению к полуволновому вибратору равен 1,4—1,8.

Петлевой вибратор с рефлектором и директором

Для приема телевизионных передач на значительных расстояниях от телецентра (до 100 *км*) рекомендуется применять петлевой вибратор с рефлектором и директором. Конструкция такой антенны показана на фиг. 31. Диаграмма направленности антенны видна из фиг. 9. Коэффициент



Фиг. 31. Конструкция петлевого-вибратора с рефлектором и директором.

усиления антенны по напряженности поля по отношению к обычному полуволновому вибратору составляет от 2,0 до 2,5. Полоса пропускания частот такой антенны вполне достаточна для получения изображения хорошего качества.

Входное сопротивление антенны около 300 *ом*.

Такую антенну можно применить и па более близких расстояниях от телецентра в местах с большим уровнем помех. Антенна может быть также использована в качестве общей домовой антенны. В этом случае, построив специальный усилитель, можно от одной антенны питать несколько приемников. Для ослабления взаимного влияния гетеродинов приемников рекомендуется применить развязывающие элементы из активных сопротивлений.

УСТАНОВКА АНТЕННЫ И БОРЬБА С ПОМЕХАМИ

Прием телевизионных передач в больших городах часто сопровождается помехами, сильно снижающими качество принимаемого изображения. Источники, вызывающие помехи, можно разделить на три группы.

К первой группе относятся помехи, создаваемые трамваями, троллейбусами, рентгеновскими установками, высокочастотными печами и т. п.

Ко второй группе помех относятся помехи, получающиеся за счет приема антенной отраженных сигналов, что приводит к многократным изображениям на экране приемной трубки.

Помехи третьей группы создаются наводкой от радиовещательных станций, в частности работающих с частотной модуляцией. Такие помехи создают на изображении «сетку» из темных полос, медленно перемещающихся вверх и вниз по экрану трубки.

Для борьбы с помехами первой группы необходимо повысить отношение полезного сигнала к помехе. Этого можно добиться заменой комнатной антенны на наружную и правильной ориентацией антенны по отношению к антенне телевизионного центра. В случае, если простейшая наружная антенна не освобождает от помех, целесообразно заменить ее однонаправленной антенной с рефлектором или с рефлектором и директором. Направленная антенна повышает уровень полезного сигнала, а следовательно, и отношение полезного сигнала к помехе.

Помехи, обусловленные наличием отраженных сигналов, можно значительно ослабить правильной установкой и ориентировкой антенны. Вращая антенну вокруг оси мачты, можно найти такое положение, при котором вторичные изображения на экране трубки исчезнут вовсе или значительно ослабнут. Если при вращении антенны не удается добиться заметного эффекта, следует перенести антенну на другое место на крыше дома и повторить операцию ориентировки антенны.

Труднее всего борьба с помехами третьей группы. Если установка однонаправленной антенны не помогает, то необходимо применить фильтры, пропускающие телевизионный сигнал и запирающие путь сигналу помехи. Такие «фильтры-пробки» можно изготовить из отрезков фидера. Размеры от-

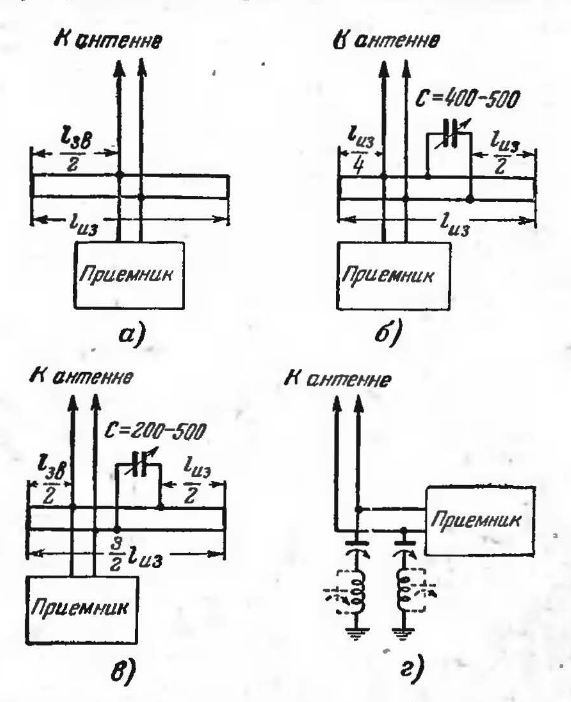
резков и способ подключения показаны на фиг. 32. Длины отрезков можно подсчитать по формуле

$$l_{зв} = \frac{\lambda_{зв}}{\sqrt{\varepsilon}} \text{ и } l_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\sqrt{\varepsilon}},$$

где $\lambda_{зв}$ — средняя длина волны передатчика с частотной модуляцией;

$\lambda_{из}$ — средняя длина волны передатчика изображения.

Фильтры удобно монтировать с помощью разветвитель-



Фиг. 32. Схема включения фильтров для борьбы с высокочастотными помехами.

ных коробок на четыре направления. Такие коробки применяются обычно при монтаже радиотрансляционных сетей. Расстояние между фильтрами и фидером, а также от стен здания должно быть не менее 60—100 *мм*. Вместо отрезков

фидера можно применить срезающие контуры, как показано на фиг. 32,*г*. Катушки контура имеют по 10 витков провода диаметром 0,6 *мм* (без изоляции), намотанных на гетинаксовых каркасах диаметром 8 *мм*; шаг обмотки 1,5 *мм*. Настройка контуров производится медными сердечниками или подключенными параллельно конденсаторами емкостью 5 *пф* (показаны пунктиром). Катушки присоединяются к фидеру через конденсаторы емкостью 2—3 *пф*.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА

При согласованной нагрузке расчет к. п. д. фидера по формуле

$$\eta = e^{-2\beta l} \qquad (13)$$

значительно упрощается, если пользоваться помещенной здесь таблицей, в которой даны значения x и e^{-x}.

Расчет ведется в следующем порядке. Из табл. 2 (стр. 19) находят затухание кабеля β (в неперах) на 1 *м*; затем, зная длину фидера, подсчитывают его затухание βl н, полагая $2\beta l = x$, находят в приведенной здесь таблице для полученного значения x численное значение e^{-x}, умножив которое на 100, получают η (в процентах).

x	e^{-x}	x	e^{-x}	x	e^{-x}	x	e^{-x}
0,00	1,0000	0,15	0,8607	0,30	0,7408	0,45	0,6376
0,01	0,9900	0,16	0,8521	0,31	0,7334	0,46	0,6313
0,02	0,9802	0,17	0,8437	0,32	0,7261	0,47	0,6250
0,03	0,9704	0,18	0,8353	0,33	0,7189	0,48	0,6188
0,04	0,9608	0,19	0,8270	0,34	0,7118	0,49	0,6126
0,05	0,9512	0,20	0,8187	0,35	0,7047	0,50	0,6065
0,06	0,9418	0,21	0,8106	0,36	0,6977	0,51	0,6005
0,07	0,9324	0,22	0,8025	0,37	0,6907	0,52	0,5945
0,08	0,9231	0,23	0,7945	0,38	0,6839	0,53	0,5886
0,09	0,9139	0,24	0,7866	0,39	0,6771	0,54	0,5827
0,10	0,9048	0,25	0,7788	0,40	0,6703	0,55	0,5769
0,11	0,8958	0,26	0,7711	0,41	0,6637	0,56	0,5712
0,12	0,8869	0,27	0,7634	0,42	0,6570	0,57	0,5655
0,13	0,8781	0,28	0,7558	0,43	0,6505	0,58	0,5599
0,14	0,8694	0,29	0,7483	0,44	0,6440	0,59	0,5543

Продолжение

x	e^{-x}	x	e^{-x}	x	e^{-x}	x	e^{-x}
0,60	0,5488	0,85	0,4274	1,10	0,3329	1,35	0,2592
0,61	0,5434	0,86	0,4232	1,11	0,3296	1,36	0,2567
0,62	0,5379	0,87	0,4190	1,12	0,3263	1,37	0,2541
0,63	0,5326	0,88	0,4148	1,13	0,3230	1,38	0,2516
0,64	0,5273	0,89	0,4107	1,14	0,3198	1,39	0,2491
0,65	0,5220	0,90	0,4066	1,15	0,3166	1,40	0,2466
0,66	0,5169	0,91	0,4025	1,16	0,3135	1,41	0,2441
0,67	0,5117	0,92	0,3985	1,17	0,3104	1,42	0,2417
0,68	0,5066	0,93	0,3946	1,18	0,3073	1,43	0,2393
0,69	0,5016	0,94	0,3906	1,19	0,3042	1,44	0,2369
0,70	0,4966	0,95	0,3867	1,20	0,3012	1,45	0,2346
0,71	0,4916	0,96	0,3829	1,21	0,2982	1,46	0,2322
0,72	0,4868	0,97	0,3791	1,22	0,2952	1,47	0,2299
0,73	0,4819	0,98	0,3753	1,23	0,2923	1,48	0,2276
0,74	0,4771	0,99	0,3716	1,24	0,2894	1,49	0,2254
0,75	0,4724	1,00	0,3679	1,25	0,2865	1,50	0,2231
0,76	0,4677	1,01	0,3642	1,26	0,2837	1,51	0,2209
0,77	0,4630	1,02	0,3606	1,27	0,2808	1,52	0,2187
0,78	0,4584	1,03	0,3570	1,28	0,2780	1,53	0,2165
0,79	0,4538	1,04	0,3535	1,29	0,2753	1,54	0,2144
0,80	0,4493	1,05	0,3499	1,30	0,2725	1,55	0,2122
0,81	0,4449	1,06	0,3465	1,31	0,2698	1,56	0,2101
0,82	0,4404	1,07	0,3430	1,32	0,2671	1,57	0,2080
0,83	0,4360	1,08	0,3396	1,33	0,2645	1,58	0,2060
0,84	0,4317	1,09	0,3362	1,34	0,2618	1,59	0,2039
						1,60	0,2019

Пример. Рассчитать к. п. д. фидерной линии длиной 25 *м*, выполненной из кабеля РК-1.

Из табл. 2 следует, что затухание 1 *м* кабеля РК-1 равно 0,009. Следовательно, затухание фидера длиной 25 *м* равно: $\beta l = 0{,}009 \cdot 25 = 0{,}225$ и $2\beta l = 0{,}45$.

Считая $2\beta l = x$, из табл. 5 для $x = 0{,}45$ найдем значение $e^{-x} = 0{,}637$, откуда $\eta = e^{-2\beta l} = 0{,}637$, или 63,7%.

ТАБЛИЦА ПЕРЕВОДА ОТНОШЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕЦИБЕЛЫ

При расчетах иногда удобно величины ослабления и усиления выразить в децибелах. Перевод величины отношения напряжений (левая колонка—ослабление, а правая колонка—усиление) в децибелы (средняя колонка) можно выполнить, пользуясь следующей таблицей:

Отношение напряжений	—дб+	Отношение напряжений	Отношение напряжений	—дб+	Отношение напряжений
1,0000	0	1,000	0,2985	10,5	3,350
0,9441	0,5	1,059	0,2818	11,0	3,548
0,8913	1,0	1,122	0,2661	11,5	3,758
0,8414	1,5	1,189	0,2512	12,0	3,981
0,7943	2,0	1,259	0,2371	12,5	4,217
0,7499	2,5	1,334	0,2239	13,0	4,467
0,7079	3,0	1,413	0,2113	13,5	4,732
0,6683	3,5	1,496	0,1995	14,0	5,012
0,6310	4,0	1,585	0,1884	14,5	5,309
0,5957	4,5	1,679	0,1778	15,0	5,623
0,5623	5,0	1,778	0,1679	15,5	5,957
0,5309	5,5	1,884	0,1585	16,0	6,310
0,5012	6,0	1,995	0,1496	16,5	6,683
0,4732	6,5	2,113	0,1413	17,0	7,079
0,4467	7,0	2,239	0,1334	17,5	7,499
0,4217	7,5	2,371	0,1259	18,0	7,943
0,3981	8,0	2,512	0,1189	18,5	8,414
0,3758	8,5	2,661	0,1122	19,0	8,913
0,3548	9,0	2,812	0,1059	19,5	9,441
0,3350	9,5	2,985	0,1000	20,0	10,000
0,3162	10,0	3,162	—	—	—

Пример. Антенна петлевой вибратор с рефлектором и директором (см. фиг. 31) имеет усиление по напряжению 2. Найдем значение усиления этой антенны в децибелах.

В правой колонке таблицы находим отношение напряжений, равное 2 (примерно), тогда в средней колонке для этого отношения усиление равно 6 *дб*.

Цена 1 р.